

Method and device for adjusting back-projection apparatuses

For a simple, clear and fast adjustment of imaging modules with an image transmitter and a projection lens in a back-projection apparatus, it is proposed to position the imaging module in a swivel bearing, which is preferably arranged near the optical axis and close to the image transmitter, and to provide adjustment elements for adjusting the position of the imaging module in two directions. With the aid of the resulting four-axis adjustment, it is possible to adjust the position of the projected image on a projection screen, wherein preferably a two-axis adjustment for the projection lens is also added.



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 198 24 917 A 1**

⑤① Int. Cl.⁸:
G 03 B 21/10
H 04 N 5/74

②① Aktenzeichen: 198 24 917.9
②② Anmeldetag: 4. 6. 98
④③ Offenlegungstag: 9. 12. 99

DE 198 24 917 A 1

⑦① Anmelder:
Seufert, Heinz, Dr., 76227 Karlsruhe, DE

⑦④ Vertreter:
Patentanwälte Dr. H.-P. Pfeifer & Dr. P. Jany, 76137
Karlsruhe

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	88 07 107 U1
DE	85 18 746 U1
GB	21 08 700 A
US	55 12 968 A
EP	07 64 875 A1
WO	95 28 664 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Justieren von Rückprojektionsapparaten
- ⑤⑦ Zur einfachen, übersichtlichen und schnellen Justage von Abbildungsmodulen mit einem Bildgeber und einem Projektionsobjektiv in einem Rückprojektionsapparat wird vorgeschlagen, das Abbildungsmodul in einem Schwenklager, das vorzugsweise nahe der optischen Achse und nahe bei dem Bildgeber angeordnet ist, zu lagern und Justageelemente zur Einstellung der Position des Abbildungsmoduls in zwei Richtungen vorzusehen. Mittels der sich daraus ergebenden Vierachseneinstellung kann die Lage des projizierten Bildes auf einem Projektions-
schirm eingestellt werden. Bevorzugt kommt eine weitere
Zweiachseneinstellung des Projektionsobjektivs hinzu.

DE 198 24 917 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Justieren von Rückprojektionsapparaten. Projektionsapparate dienen zum Projizieren eines Bildes auf einen Projektionsschirm und umfassen ein Abbildungsmodul mit einem Bildgeber zum Darstellen des Bildes in einem verkleinerten Maßstab sowie eine Projektionseinrichtung mit einem Projektionsobjektiv zum vergrößerten Abbilden des von dem Bildgeber dargestellten Bildes auf den Projektionsschirm. Dabei ist das Abbildungsmodul zum Einstellen der Lage des projizierten Bildes auf dem Projektionsschirm in einer mit Justageelementen einstellbaren Position in oder an dem Projektionsapparat befestigt.

Man unterscheidet zwischen Auflicht- und Rückprojektionsapparaten. Ein Unterschied zwischen Auflichtprojektoren und Rückprojektionssystemen besteht darin, daß in Rückprojektionsmodulen zumeist weitere optische Elemente wie Umlenkspiegel und Projektionsschirme enthalten sind, die in Auflichtprojektoren nicht verwendet werden. Daraus resultiert in der Regel ein größeres Bauvolumen der Rückprojektionssysteme.

Sowohl Auflicht- als auch Rückprojektionsapparate dienen zum Anzeigen eines Bildes auf einem großflächigen Projektionsschirm. Der Bildgeber kann dabei ein Durchlicht-Bildgeber sein, also ein Bildgeber, der transmissiv von einer Beleuchtungseinrichtung zum Beleuchten des Bildgebers durchleuchtet wird, oder ein reflektierender Bildgeber, der von der Beleuchtungseinrichtung beleuchtet wird. Nach dem Stand der Technik werden typischerweise Durchlicht-Flüssigkristall-Bildgeber aus Polysilizium mit einer Bild-diagonalen zwischen 0,8 und 2 Zoll oder aus amorphem Silizium mit einer Bilddiagonalen von 5 bis 20 Zoll verwendet. Ferner werden auch reflektive Polysilizium-Bildgeber mit einer Bilddiagonalen um 1,3 Zoll oder DMD (Trademark of Texas Instruments Inc.)-Bildgeber mit einer Bild-diagonalen um 0,7 Zoll verwendet.

Eine Beleuchtungseinrichtung zum Beleuchten des Bildgebers bzw. Durchleuchten des Durchlicht-Bildgebers umfaßt in der Regel eine Lichtquelle, einen Reflektor und einen Kondensor zum Ausleuchten des Bildgebers. Ferner können zusätzliche Kondensoren oder Lichtdurchmischungseinrichtungen, beispielsweise zum optimalen Ausleuchten eines rechteckigen Bildformates, vorgesehen sein. Das Abbildungsmodul bzw. die Beleuchtungseinrichtung ist entweder in den Projektionsapparat integriert oder an diesem ange-setzt. Ein Projektionsapparat ist somit eine abgeschlossene, vollständige Einheit zum Darstellen eines Bildes, wobei in einem Rückprojektionsapparat ein Bildschirm zum Betrachten des Bildes integriert ist.

Insbesondere Rückprojektionsmodule finden eine breite Anwendung in Fällen, in denen ein großes Bild, beispielsweise bestehend aus verschiedenen Video- oder Computerbildern, angezeigt werden soll. Verbreitete Einsatzbereiche für solche Rückprojektionsapparate sind Bildwände, die von mehreren Personen gleichzeitig betrachtet werden. Insbesondere in der modernen Leitwartentechnik ist die Großbildrückprojektion verbreitet.

Wenn das angezeigte Bild bei gegebenen Qualitätsanforderungen eine bestimmte Größe überschreiten soll, ist dies nicht mehr mit einem einzigen Rückprojektionsmodul möglich. In solchen Fällen wird das Bild aus Teilbildern, die jeweils von einem Rückprojektionsmodul angezeigt werden, zusammengesetzt. Das jeweils von einem Rückprojektionsmodul angezeigte Bild ist in diesem Fall ein Teilbild des von allen Rückprojektionsmodulen zusammen angezeigten Gesamtbildes der Bildwand.

Nach dem Stand der Technik ist es möglich, eine große

Anzahl von Rückprojektionsmodulen in einem modularen Aufbau einer Projektionsbildwand aneinander zu reihen und/oder übereinander zu stapeln, um ein aus vielen einzelnen Teilbildern zusammengesetztes Großbild darzustellen.

Die Anzahl der Rückprojektionsmodule, die zu einer Projektionsbildwand zusammengesetzt werden, beträgt zur Zeit bis zu 150 und wird künftig hin noch zunehmen.

Weitere Einzelheiten zu Rückprojektionsmodulen sind dem Dokument EP 0756720 B1 zu entnehmen, auf das hiermit Bezug genommen wird.

Bei Rückprojektionsapparaten allgemein und insbesondere bei Rückprojektionsapparaten, die ein Teilbild eines Gesamtbildes projizieren, stellt sich das Problem, daß die Lage des von einem Bildgeber erzeugten und mittels des Projektionsobjektivs projizierten Bildes auf dem Projektionsschirm sehr genau justiert werden muß. Da sich das Gesamtbild über mehrere Rückprojektionsapparate erstrecken kann, müssen die von einzelnen Bildgebern erzeugten Bilder zeichnungsfrei und möglichst nahtlos bzw. stegfrei an die benachbarten Bilder angrenzen.

Um dies zu ermöglichen, wird nach dem Stand der Technik das Abbildungsmodul, also eine den Bildgeber und ein Projektionsobjektiv sowie gegebenenfalls eine Beleuchtungseinrichtung umfassende, in sich mechanisch stabile Einheit mittels Justageelementen in oder an dem Rückprojektionsapparat einstellbar befestigt. Der Rückprojektionsapparat selbst weist dabei ein in sich steifes mechanisches Gerüst auf, so daß durch Einstellung der Justageelemente die Lage des projizierten Bildes einstellbar ist und Fertigungstoleranzen ausgeglichen werden können.

Je kleiner der Bildgeber wird, desto größer ist jedoch das Bedürfnis, zusätzlich oder alternativ Justageelemente vorzusehen, mittels denen die Position des Abbildungsmoduls in dem Rückprojektionsapparat und somit die Lage des projizierten Bildes einstellbar ist. Beispielsweise bedeutet bei einem Vergrößerungsfaktor (Verhältnis der Bilddiagonalen des projizierten Bildes zur Diagonalen des Bildgebers) von 50 eine Positionierungsungenauigkeit von 0,5 mm des Bildgebers oder der optischen Elemente der Projektionseinrichtung einen nicht tolerierbaren Fehler von 25 mm in der Lage des Bildes, das millimetergenau und zeichnungsfrei positioniert werden soll. Es ist daher bekannt, die Abbildungsmodul mit sehr aufwendigen, vielachsigen Justageelementen oder Justagetischen einstellbar zu machen, beispielsweise mittels optischen Kreuztischen, die mehrere tausend DM kosten.

Die bekannten Justageelemente haben ferner den Nachteil, daß das Einstellen der Lage des projizierten Bildes mit ihnen äußerst mühsam und langwierig ist, da beim Verstellen eines Justageelementes auch Bildlageveränderungen auftreten, die auch mit anderen Justageelementen erzielt werden können. Die einzelnen Justageelemente sind also untereinander nicht rückwirkungsfrei, sondern beim Verstellen eines Justageelementes ist es erforderlich, einzelne oder mehrere andere Justageelemente ebenfalls nachzujustieren. In der Praxis bedeutet dies, daß in einem langwierigen Iterationsvorgang, der Stunden andauern kann, die Justageelemente wiederholt verstellt werden müssen, um die gewünschte Bildlage zu erreichen. Dies ist nicht nur bei der Erstjustage eines Rückprojektionsapparates sehr aufwendig, sondern auch nach einem eventuellen Transport oder einer Wartungs- oder Reparaturmaßnahme.

Der Erfindung liegt unter Berücksichtigung dieses Standes der Technik die Aufgabe zugrunde, einen Rückprojektionsapparat der eingangs genannten Art derart auszubilden, daß das Einstellen der Lage des projizierten Bildes auf dem Projektionsschirm auf einfache, rückwirkungsfreie oder -arme und schnelle Art und Weise durchführbar ist. Weiter-

hin sollen die Justageelemente konstruktiv unaufwendig sein.

Die erfindungsgemäße Lösung besteht bei einem Rückprojektionsapparat der eingangs genannten Art darin, daß die Justageelemente ein Schwenklager umfassen, das eine feste Position in Bezug auf den Rückprojektionsapparat hat und in dem das Abbildungsmodul zur Justage in einem zumindest für die Justage ausreichenden Umfang in einer x-Richtung und einer quer dazu stehenden y-Richtung relativ zu dem Rückprojektionsapparat schwenkbar gelagert ist. Ferner sind zwei in der x-Richtung wirkende x-Justageelemente zum Justieren des Abbildungsmoduls in Bezug auf den Rückprojektionsapparat in der x-Richtung und zwei in einer quer zu der x- und der y-Richtung stehenden z-Richtung wirkende z-Justageelemente zum Justieren des Abbildungsmoduls in Bezug auf den Rückprojektionsapparat in der z-Richtung vorgesehen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Erkenntnis besteht darin, daß es mittels der vorbezeichneten Anordnung von Justageelementen, die eine Einstellbarkeit in vier Achsen ergeben, möglich ist, die Lage des Bildes weitgehend rückwirkungsfrei einzustellen. Dies bedeutet, daß bei zumindest kleinen Auslenkungen aus einer Einbaulage des Abbildungsmoduls in dem Rückprojektionsapparat bei Veränderung eines Justageelementes eine definierte Änderung der Lage des projizierten Bildes erzielt wird, ohne daß damit eine weitere Lageveränderung des Bildes einhergeht, die durch ein anderes Justageelement wieder kompensiert werden muß, wobei auch dabei wiederum Bildlageveränderungen auftreten würden, die wieder durch andere Justageelemente verändert werden müssen und so weiter. Es ist nur eine geringe Anzahl von Justageelementen erforderlich, die zudem untereinander, zumindest in einer ersten Näherung, entkoppelt sind, so daß der gesamte Einstellvorgang auch durch ungetübte Personen und ohne langwierige Iterationen innerhalb weniger Minuten durchführbar ist.

Mit der Erfindung werden somit Ziele erreicht, um die die Fachwelt sich schon lange bemüht hat. Um dabei besonders gute Ergebnisse hinsichtlich der schnellen Einstellbarkeit sowie hinsichtlich der konstruktiven Erfordernisse zu gewährleisten, werden bevorzugt die nachfolgend beschriebenen erfindungsgemäßen Merkmale einzeln oder in Kombination miteinander angewendet, wobei sich durch das Zusammenwirken erfindungsgemäßer Merkmale zusätzliche vorteilhafte Wirkungen ergeben können.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von in den Figuren schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Eine schematische Ansicht einer Bildwand aus sechs Rückprojektionsmodulen,

Fig. 2 eine Abwandlung zur Fig. 1 mit vier Rückprojektionsmodulen,

Fig. 3 eine geschnittene Seitenansicht eines Rückprojektionsapparates,

Fig. 4 eine geschnittene Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Rückprojektionsmoduls,

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Abbildungsmoduls mit erfindungsgemäßen Justageelementen,

Fig. 6 eine Objektivverstelleinrichtung,

Fig. 7 eine Einzelheit zu Fig. 6,

Fig. 8 eine Einzelheit zu Fig. 6,

Fig. 9 die Bildpositionierung mit z-Justageelementen,

Fig. 10 eine andere Bildpositionierung mit z-Justageelementen,

Fig. 11 die Bildpositionierung mit x-Justageelementen,

Fig. 12 eine andere Bildpositionierung mit x-Justageelementen,

Fig. 13 eine Bildpositionierung mit einer Objektivver-

stelleinrichtung und

Fig. 14 eine andere Bildpositionierung mit einer Objektivverstelleinrichtung.

In den nachfolgenden Figuren ist zur Erleichterung des Verständnisses der räumlichen Anordnung jeweils ein Koordinatensystem eingezeichnet. Für das Koordinatensystem des Abbildungsmoduls sind dabei ungestrichene Größen verwendet (x , y , z) und für das Koordinatensystem des Rückprojektionsapparates bzw. eines Betrachters gestrichene Größen (x' , y' , z'). Es handelt sich dabei ohne Beschränkung der Allgemeinheit jeweils um ein rechtshändiges kartesisches Koordinatensystem, in dem die Achsen senkrecht aufeinander stehen. Insoweit bedeutet das Merkmal "quer" in den nachfolgenden Figuren ohne Beschränkung der Allgemeinheit senkrecht und läßt sich in analoger Weise auf nicht rechtwinklige Koordinatensysteme übertragen. Die x' -Richtung verläuft senkrecht von dem Projektionsschirm auf den Betrachter zu, die y' -Richtung für den Betrachter in dem Projektionsschirm nach rechts und die z' -Richtung für den Betrachter nach oben.

Die Fig. 1 zeigt eine schematische, perspektivische Ansicht einer Bildwand 1, die sechs in einer Matrix angeordnete Rückprojektionsmodule 2 umfaßt. Die zugehörige elektronische Steuerung ist nicht dargestellt. Die elektronische Steuerung zerlegt das eintreffende Bildsignal in sechs einzelne Bildsignale für die jeweiligen Rückprojektionsmodule 2. Durch den modularen Aufbau ist die Bildwand 1 mit beliebig vielen Rückprojektionsmodulen 2 zu einer Großbildwand ausbaubar. Das von der Bildwand 1 dargestellte Bild besteht aus mehreren Teilbildern, die jeweils von Rückprojektionsmodulen 2 auf deren Projektionsschirmen 3 angezeigt werden.

Die Fig. 2 zeigt in einer Abwandlung vier Rückprojektionsmodule 2 einer Bildwand 1, die sich von den in Fig. 1 dargestellten Rückprojektionsmodulen 2 dadurch unterscheiden, daß die Modulgehäuse 4 mit Anschrägungen 5 versehen sind und die Beleuchtungseinrichtungen in außerhalb der Modulgehäuse 4 angeordneten Lichtquellengehäusen 6 angeordnet sind.

Die Fig. 3 zeigt eine geschnittene Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Rückprojektionsapparates 7, der in einem Modulgehäuse 4 einen Projektionsschirm 3 beinhaltet.

In dem Modulgehäuse 4 ist ferner ein Abbildungsmodul 11 mit Halteelementen angeordnet, die als Verstellelemente 9 ausgebildet sind. Das Modulgehäuse 4 wird von einem Standfuß 10 getragen, in dem das Abbildungsmodul 11 umfassend eine Projektionseinrichtung mit einem Projektionsobjektiv 12 und eine Projektionsobjektivhalterung 23 angeordnet sind. Im Strahlengang sind eine Lichtquelle 13, ein Reflektor 14, ein Kondensor 15, ein Fresnel-Kondensor 16, ein Bildgeber 17, hier ausgebildet als Durchlicht-Bildgeber, und eine Fresnellinse 18 angeordnet. Das Abbildungsmodul 11 könnte alternativ auch mit einem reflektiven Bildgeber ausgeführt sein.

Das Abbildungsmodul 11 ist zur Einsparung von Platz schräg in den Standfuß 10 eingebaut. Aus diesem Grund ist sein Koordinatensystem um die y' -Richtung gegenüber dem des Modulgehäuses 4 verdreht. Es weist in Verlängerung der optischen Achse 19 ein Schwenklager 20 auf, dessen Schwenkpunkt eine feste Position in Bezug auf den Rückprojektionsapparat 7 hat und in dem das Abbildungsmodul 11 zur Justage in einem zumindest für die Justage ausreichenden Umfang in einer x-Richtung und einer quer dazu stehenden y-Richtung relativ zu dem Rückprojektionsapparat 7 schwenkbar gelagert ist. Die in der x-Richtung wirkenden x-Justageelemente sowie die in der z-Richtung wirkenden z-Justageelemente sind wie in Fig. 5 beschrieben ausgebildet.

Fig. 4 zeigt in einer geschnittenen Seitenansicht als Abwandlung zu Fig. 3 ein Rückprojektionsmodul 2, wie es beispielsweise in einer Bildwand 1 eingesetzt sein kann. Anders als in Fig. 3 ist hier das Abbildungsmodul 11, das die Lichtquelle 13, einen Beleuchtungsumlenkspiegel 22, den Bildgeber 17 und ein Projektionsobjektiv 12 in einer Objektiverhalterung 23 umfaßt und ebenfalls auf einem Schwenklager 20 abgestützt ist, in einer anderen Orientierung eingebaut, nämlich derart, daß die x-Richtung im wesentlichen senkrecht zu dem projizierten Bild, d. h. zu dem Projektionsschirm 3 ist. In diesem Fall sind die x- und die x'-Richtung im wesentlichen parallel.

Der transmissive Bildgeber 17 ist beispielhaft für einen beliebigen, reflektiven oder transmissiven Bildgeber 17 dargestellt, der beispielsweise als 1LCD-, 3LCD-, 1DMD- oder 3DMD-Bildgeber ausgeführt sein könnte. Die Lage des Bildgebers 17 entspricht der Lage des von dem Projektionsobjektiv 12 projizierten Objekts/Gegenstands im Abstand der Gegenstandsweite zum Projektionsobjektiv 12.

Ferner ist das Koordinatensystem des Rückprojektionsapparates in Fig. 4, ebenso wie in den folgenden Figuren und ohne Beschränkung der Allgemeinheit so ausgerichtet, daß die y-Richtung im wesentlichen parallel zu einem Rand eines projizierten Bildes mit rechteckigem Format, vorzugsweise dem längeren Rand ist. In diesem Fall ist die y-Richtung mit der y'-Richtung gleich zu setzen. Entsprechend gilt, daß die z-Richtung im wesentlichen parallel zu einem Rand eines projizierten Bildes mit rechteckigem Format, vorzugsweise dem kürzeren Rand ist. In diesem Fall ist die z-Richtung im wesentlichen parallel zu der z'-Richtung.

Die geometrischen Verhältnisse vereinfachen sich bei dieser Koordinatenwahl ebenso wie die Konstruktion des Rückprojektionsapparates sowie die Durchführung der Positionierung des projizierten Bildes, da keine abweichende Winkel zwischen den Achsen x und x', y und y' sowie z und z' zu berücksichtigen sind. Mit der Erfindung ist es jedoch auch ohne große Schwierigkeiten möglich, teilweise oder ganz gegeneinander verdrehte Koordinatensysteme zu verwirklichen und in der Praxis mit den erfindungsgemäßen Justageelementen die Lage des Bildes zu justieren, da die Einflüsse der Justageelemente auf die Bildlage weitgehend unabhängig voneinander sind.

Besonders vorteilhaft für die rückwirkungsfreie Justage der Lage des Abbildungsmoduls 11 in dem Rückprojektionsmodul 2 ist es, wenn das Schwenklager 20 auf oder sehr nahe zu der optischen Achse 19 des Projektionsobjektivs 12 bzw. deren durch den Bildgeber 17 verlaufenden Verlängerung angeordnet ist. Unter Verlängerung in diesem Sinn wird auch eine optische Achse 19 verstanden, die mittels eines optischen Elements, beispielsweise eines Beleuchtungsumlenkspiegels 22 abgelenkt ist. Im letzten Fall würde in Fig. 4 das Schwenklager 20 auf der rechts dargestellten Seite des Abbildungsmoduls 11 liegen. Idealerweise liegt das Schwenklager 20 genau auf der optischen Achse bzw. deren (umgelenkten) Verlängerung. Hinsichtlich des Koordinatensystems kann es Vorteile haben, wenn die optische Achse 19 des Projektionsobjektivs 12 bzw. deren durch den Bildgeber 17 verlaufende Verlängerung die z-Achse oder eine mit einem Abstand parallel zu der z-Achse verlaufende Achse ist.

Ein anderes, besonders vorteilhaftes Merkmal ist darin zu sehen, daß das Schwenklager 20, also dessen Schwenkpunkt in einem geringen Abstand D zu dem Bildgeber 17, vorzugsweise in einem Abstand D, der kleiner als die doppelte Brennweite des Projektionsobjektivs 12, besonders bevorzugt kleiner als die Brennweite des Projektionsobjektivs 12, angeordnet ist. Unter alleiniger Berücksichtigung der Erfordernisse hinsichtlich der Justage würde der Schwenkpunkt

des Schwenklagers 20 idealerweise in dem Bildgeber 17 (d. h. in dem von dem Projektionsobjektiv 12 projizierten Objekt) liegen, um eine möglichst rückwirkungsfreie Justage durchführen zu können. Da dies aus Gründen der optischen Abbildung jedoch nicht möglich ist bzw. ein in dem Bildgeber 17 liegender Schwenkpunkt eines Schwenklagers 20 nur mit hohem konstruktiven Aufwand realisierbar wäre, ist es empfehlenswert, den Abstand D möglichst klein zu halten, wobei Entfernungen unter 10 cm, insbesondere unter 5 cm realisierbar sind.

Das Schwenklager 20 ist als Auflagedorn, der sich in einer in dem Abbildungsmodul 11 angeordneten Büchse abstützt, ausgebildet. In besonderen Anwendungsfällen kann es vorteilhaft sein, wenn die Höhe h des Schwenklagers 20 einstellbar veränderlich ist, um eine Verschiebung des Abbildungsmoduls 11 in z-Richtung durchführen und das Schwenklager 20 in eine geänderte, feste Position in Bezug auf den Rückprojektionsapparat bringen zu können. In der Regel ist es aber ausreichend, wenn das Schwenklager 20 eine nicht veränderbare, feste Position in dem Rückprojektionsmodul 2 hat.

Fig. 5 zeigt in einer weiteren Einzelheit die erfindungsgemäßen Justageelemente zum Positionieren eines Abbildungsmoduls 11 in einem Rückprojektionsapparat, beispielsweise einem Rückprojektionsmodul 2 gemäß Fig. 4. Der Rückprojektionsapparat umfaßt einen mechanisch steifen Rahmen, an dem ein Montageblech 24 lagefest montierbar ist. Das Abbildungsmodul 11 umfaßt ebenfalls ein mechanisch steifes Gehäuse und beinhaltet einen Bildgeber und ein Projektionsobjektiv. Der Bildgeber ist in Fig. 5 nicht zu erkennen, und das Projektionsobjektiv ist von der zugehörigen Aufnahme 25 zur besseren Erkennbarkeit von Details des Abbildungsmoduls 11 abgenommen. Wenn das Abbildungsmodul 11 auch die Lichtquelle enthält, können zu deren Kühlung Zuluftöffnungen 26 und Abluftöffnungen 27 vorgesehen sein.

Das Abbildungsmodul 11 umfaßt ebenfalls einen verwindungssteifen Rahmen zur genauen Positionierung und Halterung der darin enthaltenen optischen Komponenten, insbesondere des Projektionsobjektivs und des Bildgebers. Das Abbildungsmodul 11 ist nur mit den erfindungsgemäßen Justageelementen, die das Schwenkelement 20, zwei x-Justageelemente 28, 29 und zwei z-Justageelemente 30, 31 umfassen, mit dem Montageblech 24 verbunden. In dem Schwenklager 20, das als Auflagedorn ausgebildet ist, liegt der Boden des Abbildungsmoduls 11 auf. Der Abstand des Auflagepunktes zu der optischen Achse 19 sowie zu dem Bildgeber sind, wie in Fig. 4 erläutert wurde, so klein wie möglich.

Die x- und z-Justageelemente 28, 29, 30, 31 sind symbolisch als einstellbare Schrauben dargestellt. Die x-Justageelemente 29, 30 wirken entlang der x-Richtung und dienen zum Justieren des Abbildungsmoduls 11 in Bezug auf das Montageblech 24 in der x-Richtung. Entsprechend wirken die z-Justageelemente 30, 31 in der z-Richtung zum Justieren des Abbildungsmoduls 11 in Bezug auf das Montageblech 24 in der z-Richtung.

Das zweite Justageelement 29 umfaßt dabei einen mit dem Montageblech 24 fest verbundenen ersten Flansch 51, einen mit dem Abbildungsmodul 11 fest verbundenen zweiten Flansch 52 sowie ein zwischen den beiden Flanschen wirkendes, als Schraube 53 symbolisiertes Verbindungselement, mit dem der Abstand zwischen den Flanschen 51, 52 einstellbar veränderlich ist. In alternativen Ausführungsformen könnte auch vorgesehen sein, daß die Flansche 51, 52 einen festen Abstand zueinander aufweisen und einer oder beide in Bezug auf das Montageblech 24 bzw. das Abbildungsmodul 11 einstellbar verschiebbar sind.

Entsprechend sind das erste x-Justageelement **28** und die z-Justageelemente **30**, **31** mit Flanschen und Verbindungselementen ausgebildet.

Mit dem ersten x-Justageelement **28** ist somit der Abstand dx_1 zwischen dem Abbildungsmodul **11** und dem Montageblech **24** in x-Richtung in dem in Fig. 5 hinten liegenden Bereich einstellbar. Mit dem zweiten x-Justageelement **29** ist der Abstand dx_2 zwischen dem Abbildungsmodul **11** und dem Montageblech **24** in x-Richtung in dem in Fig. 5 vorderen Bereich einstellbar. Mit dem ersten z-Justageelement **30** ist der Abstand dz_1 zwischen dem Abbildungsmodul **11** und dem Montageblech **24** in dem in Fig. 5 hinteren Bereich in z-Richtung einstellbar. Mit dem zweiten z-Justageelement **31** ist der Abstand dz_2 zwischen dem Abbildungsmodul **11** und dem Montageblech **24** in dem in Fig. 5 vorderen Bereich in z-Richtung einstellbar.

Die x- und z-Justageelemente **28**, **29**, **30**, **31** bilden somit im Zusammenwirken mit dem Schwenklager **20** eine vierachsige verstellbare Lagerung für das Abbildungsmodul **11**, dessen Lage mittels jedes Justageelements **28**, **29**, **30**, **31** in einer der vier Achsen einstellbar ist.

Bei einer Verstellung der x- und z-Justageelemente **28**, **29**, **30**, **31** führt das Abbildungsmodul **11** Bewegungen um das Schwenklager **20** aus. Um dabei eine vorteilhafte Vereinfachung hinsichtlich der Justage der Lage des projizierten Bildes zu erzielen, ist es vorteilhaft, wenn die x-Justageelemente **28**, **29** im wesentlichen entlang der y-Richtung in einem Abstand zueinander angeordnet sind. Besonders vorteilhaft ist dabei, wenn die x-Justageelemente **28**, **29** in entgegengesetzter y-Richtung angeordnet sind (hierbei ist der Nullpunkt des x,y,z-Koordinatensystem im Schwenklager **20** zu denken). Vorzugsweise sind die x-Justageelemente **28**, **29** symmetrisch zur x- bzw. zur z-Achse angeordnet.

Entsprechend kann es für die z-Justageelemente **30**, **31** vorteilhaft sein, wenn sie im wesentlichen entlang der y-Richtung in einem Abstand zueinander angeordnet sind. Auch hierbei ist es vorteilhaft, wenn die z-Justageelemente **30**, **31** in entgegengesetzter y-Richtung angeordnet sind, vorzugsweise symmetrisch zur x- bzw. z-Achse (bei einem Nullpunkt des x,y,z-Koordinatensystem im Schwenklager **20**).

Um eine möglichst rückwirkungsfreie Einstellung der Lage des projizierten Bildes zu erzielen, ist es bevorzugt, wenn das erste x-Justageelement **28** in einem geringen Abstand zu dem ersten z-Justageelement **30** und das zweite x-Justageelement **29** in einem geringen Abstand zu dem zweiten z-Justageelement **31** angeordnet ist. Vorzugsweise ist der Idealzustand, in dem die Wirkungsrichtungen der ersten Justageelemente **28**, **30** bzw. der zweiten Justageelemente **29**, **31** sich durchdringen, möglichst nahekommend anzustreben. In der Praxis wird es jedoch ausreichen, wenn die genannten Abstände kleiner als 10 cm, vorzugsweise kleiner als 5 cm, bezogen jeweils auf die Wirkungsrichtungen der Justageelemente, d. h. die Einstellachsen, sind.

Eine andere vorteilhafte Besonderheit kann darin bestehen, daß die x- und z-Justageelemente **28**, **29**, **30** und **31** in einem Abstand zu dem Schwenklager **20** angeordnet sind, um eine "Hebelwirkung" bei der Justage des Abbildungsmoduls **11** bewirken zu können. Es ist daher vorteilhaft, wenn die x-Justageelemente **28**, **29** einen Abstand in x-Richtung ax , in y-Richtung ay und/oder in z-Richtung az zu dem Schwenklager **20** aufweisen. In Fig. 5 sind die Abstände in y-Richtung ay_1 und ay_2 eingezeichnet. Diese Abstände sind, ebenso wie die anderen Abstände, vorzugsweise paarweise gleich groß, so daß sich eine symmetrische Verstellwirkung der Justageelemente ergibt.

Entsprechend gilt für die z-Justageelemente **30**, **31**, daß sie einen Abstand in x-Richtung ax , y-Richtung ay und/oder

z-Richtung az zu dem Schwenklager **20** aufweisen, wobei auch hier die Abstände jeweils in einer Richtung vorzugsweise in etwa gleich groß sind.

Allgemein gilt, daß die kleine Änderung der Position des Bildgebers **17** im Bereich von wenigen hundertstel oder zehntel Millimetern zur Einstellung der Lage des projizierten Bildes umso feiner und genauer möglich ist, je größer die Abstände ax , ay und az sind. In der Praxis haben sich Werte zwischen 10 cm und 50 cm bewährt.

In Fig. 5 ist eine weitere vorteilhafte Besonderheit dargestellt, die darin besteht, daß das Projektionsobjektiv **12**, das nicht dargestellt ist und sich auf der Aufnahme **25** befindet, mittels einer Objektivverstelleinrichtung **32** in zwei quer zu seiner optischen Achse **19** stehenden Verschieberichtungen einstellbar verschiebbar ist. Mittels der Objektivverstelleinrichtung **32** wird das Projektionsobjektiv **12** in dem Abbildungsmodul **11** quer zu seiner optischen Achse **19** gegenüber dem dabei feststehenden Bildgeber **17** um einen geringen Weg von beispielsweise maximal 1 mm fein verschoben. Die Verschieberichtungen können prinzipiell in beliebige Richtungen weisen; vorteilhaft ist es jedoch, wenn das Projektionsobjektiv **12** in der x- und der y-Richtung einstellbar verschiebbar ist, da in diesem Fall eine besonders einfache Einstellung der Lage des projizierten Bildes möglich ist.

Die Objektivverstelleinrichtung **32** ergibt eine Verstellmöglichkeit in zwei weiteren Achsen, so daß insgesamt sechs Achsen zur Justage zur Verfügung stehen. Sie kann in beliebiger Weise realisiert werden, beispielsweise mittels eines Kreuztisches mit Mikrometereinstellung. Eine besonders vorteilhafte, unaufwendige Ausführungsform ist in den Fig. 6 bis 8 dargestellt.

Die Fig. 6 zeigt eine Aufsicht auf die Objektivverstelleinrichtung **32** der Fig. 5. Sie umfaßt zwei aufeinanderliegende Verschiebeplatten **33**, **34**, die in zwei quer zueinander stehenden Verschieberichtungen, nämlich der x- und der y-Richtung, verschiebbar sind. Dabei ist die erste, obere Verschiebeplatte **33** relativ zu der zweiten, unteren Verschiebeplatte **34**, mittels zwischen den beiden Verschiebeplatten **33**, **34** wirkenden ersten Führungselementen **35** in der x-Richtung geführt und die zweite Verschiebeplatte **34** ist mittels zwischen der zweiten Verschiebeplatte **34** und dem Abbildungsmodul **11** wirkenden zweiten Führungselementen **36** in der y-Richtung geführt. Das Projektionsobjektiv **12** ist mittels der Aufnahme **25** an der ersten Verschiebeplatte **33** befestigt. Ferner sind eine ungewollte Verschiebung der Verschiebeplatten **33**, **34** hemmende Verschiebefixierungselemente vorgesehen, die zwischen der ersten Verschiebeplatte **33** und der zweiten Verschiebeplatte **34** sowie zwischen der zweiten Verschiebeplatte **34** und dem Abbildungsmodul **11** wirken.

Die ersten Führungselemente **35** umfassen jeweils einen Führungsbolzen **37**, der in der unteren Platte **34** angeordnet ist, und korrespondierende, in x-Richtung verlaufende Langlöcher **38** in der ersten Platte **33**. Entsprechend umfassen die zweiten Führungselemente **36** jeweils einen Führungsbolzen **39**, der aus dem Abbildungsmodul **11** heraussteht, und in y-Richtung verlaufende, korrespondierende Langlöcher **40** in der zweiten Verschiebeplatte **34**.

Die Objektivverstelleinrichtung **32** umfaßt jeweils mindestens zwei Führungselemente **35**, **36**. Bevorzugt sind Ausführungsformen mit mehr Führungselementen **35**, **36**, insbesondere die in Fig. 6 dargestellte Ausführungsform mit jeweils vier Führungselementen **35**, **36**. Die Führungselemente **35**, **36** sind, wie in Fig. 6 erkennbar, vorzugsweise fluchtend bzw. symmetrisch zu den x- und y-Achsen liegend angeordnet, um auch bei kleinsten Verschiebungen ein planares Aufliegen der Verschiebeplatten **33**, **34** zu gewährleisten, wodurch Lageveränderungen des projizierten Bildes in

andere Richtungen beim Verschieben vermieden werden.

Um ein Verschieben der ersten Verschiebeplatte 33 auf der zweiten Verschiebeplatte 34 zu bewerkstelligen, weist die erste Verschiebeplatte 33 um die zweiten Führungselemente 36 herum angeordnete Ausnehmungen 41 auf. Zum unaufwendigen und dennoch sehr genauen Verschieben der Verschiebeplatten 33, 34 weist die erste Verschiebeplatte 33 Verschiebeöffnungen 42 auf, unter denen sich korrespondierende Verschiebeöffnungen 43 in der zweiten Verschiebeplatte 34 oder dem Abbildungsmodul 11 befinden. Entsprechende Verschiebeöffnungen 44 sind in der unteren Platte 34 und dem darunterliegenden Abbildungsmodul 11 vorgesehen, wobei die Verschiebeöffnungen 44 durch eine Durchgriffsöffnung 45 in der ersten Verschiebeplatte 33 zugänglich sind.

Zum Verschieben der Verschiebeplatten 33, 34 in der x-Richtung wird ein Gegenstand, beispielsweise ein Schraubenzieher, in eine Verschiebeöffnung 42 eingeführt, mit der Verschiebeöffnung 43 verkantet und leicht gekippt. Dadurch entsteht eine kleine, mit einem großen Hebel genau kontrollierbare Verschiebung des Projektionsobjektives 12 in x-Richtung. Entsprechend wird zum Verschieben in y-Richtung ein Schraubenzieher durch die Durchgriffsöffnung 45 hindurch in eine Verschiebeöffnung 44 und die darunterliegende Öffnung in dem Abbildungsmodul 11 eingeführt und seitlich verkippt. Prinzipiell wäre eine Verschiebeöffnung 42 bzw. eine Verschiebeöffnung 44 ausreichend; zur Realisierung längerer Verstellwege oder zur Vereinfachung der Verschiebung in entgegengesetzte Richtungen kann es jedoch vorteilhaft sein, wenn jeweils zwei oder mehr Verschiebeöffnungen 42, 44, vorzugsweise in unterschiedlich gestaffelten Abständen vorgesehen sind.

Damit die Verschiebeplatten 33, 34 gegen ein selbsttätiges Verschieben gesichert sind, sind Verschiebefixierungselemente vorgesehen. Diese können beispielsweise dadurch realisiert werden, daß die Führungsbolzen 37, 39 am Kopf ein Gewinde aufweisen, das eine Rändelmutter 46 trägt, die eine zwischen ihr und der darunterliegenden Verschiebeplatte 33, 34 angeordnete Druckfeder mit einer veränderlich einstellbaren Druckkraft zusammenpreßt. In Fig. 6 ist ein solches Verschiebefixierungselement an dem rechten, oberen Führungselement 35 angedeutet.

Die Fig. 7 zeigt die erste Verschiebeplatte 33 und die Fig. 8 die zweite Verschiebeplatte 34, die beispielsweise aus 3,5 mm starkem Metallblech gefertigt sind.

In den Fig. 9 bis 14 ist jeweils die Einstellwirkung der verschiedenen Justageelemente auf die Lage des projizierten Bildes bei einem Rückprojektionsmodul gemäß den Fig. 4 und 5 dargestellt. Die Sollage 48 des projizierten Bildes ist jeweils mit einem dicken Rahmen dargestellt. Die sich aus der Sollage ergebende Istlage 49 bei Verstellung der jeweiligen Justageelemente in der einen Richtung bzw. die sich ergebende Istlage 50 bei Verstellung in der anderen Richtung ist zur Verdeutlichung der Effekte mit einer größeren Abweichung von der Sollage 48 als in der Realität dargestellt.

Die Fig. 9 zeigt die Änderung, die bei einer gleichsinnigen Verstellung der z-Justageelemente 30, 31 bewirkt wird, nämlich eine Vergrößerung bzw. Verkleinerung des Bildes. Dies beruht auch darauf, daß in dem Strahlengang ein Abbildungsumlenkspiegel 8 angeordnet ist. Eine damit einhergehende Verschiebung der Bildlage in z'-Richtung ist bei kleinen Verstellwegen entweder vernachlässigbar klein oder kann, wie unten bei Fig. 14 erläutert, kompensiert werden.

Die Fig. 10 zeigt die Auswirkungen bei gegensinniger oder unterschiedlicher Verstellung der z-Justageelemente 30, 31 bzw. wenn nur eines der z-Justageelemente 30, 31 betätigt wird. In diesem Fall ergibt sich eine trapezförmige Bildveränderung in y'-Richtung.

Die Fig. 11 zeigt, daß sich bei einer gegensinnigen oder unterschiedlichen Verstellung der x-Justageelemente 28, 29 das Bild um die x'-Achse dreht, wogegen in Fig. 12 zu erkennen ist, daß sich bei einer gleichsinnigen Verstellung der x-Justageelemente 28, 29 eine trapezförmige Änderung in z'-Richtung ergibt.

Die Fig. 13 und 14 zeigen die Verstellung mittels der Objektivverstelleinrichtung 32, nämlich in Fig. 13 eine Parallelverschiebung des Bildes in y'-Richtung mittels der zweiten Verschiebeplatte 34 und in Fig. 14 eine Parallelverschiebung des Bildes in z'-Richtung mittels der ersten Verschiebeplatte 33.

Aus den Fig. 9 bis 14 ist zu erkennen, daß die jeweiligen Abweichungen der Lage des projizierten Bildes von der Sollage 48 in eindeutiger, einfacher und übersichtlicher Weise den zur Verfügung stehenden Justageelementen zuordbar sind, so daß der Einstellvorgang einfach und ohne oder nur mit sehr geringen gegenseitigen Rückwirkungen durchführbar ist. Hierdurch ergeben sich in der praktischen Anwendung erhebliche Vorteile beim Justieren der Lage des projizierten Bildes. Ferner ist die Erfindung mit sehr geringem konstruktiven Aufwand zu realisieren und daher sehr kostengünstig.

Bezugszeichenliste

- 1 Bildwand
- 2 Rückprojektionsmodul
- 3 Projektionsschirm
- 4 Modulgehäuse
- 5 Anschrägung
- 6 Lichtquellengehäuse
- 7 Rückprojektionsapparat
- 8 Abbildungsumlenkspiegel
- 9 Verstellelemente
- 10 Standfuß
- 11 Abbildungsmodul
- 12 Projektionsobjektiv
- 13 Lichtquelle
- 14 Reflektor
- 15 Kondensor
- 16 Fresnel-Kondensor
- 17 Bildgeber
- 18 Fresnellinse
- 19 optische Achse
- 20 Schwenklager
- 22 Beleuchtungsumlenkspiegel
- 23 Objektivhalterung
- 24 Montageblech
- 25 Aufnahme
- 26 Zuluftöffnung
- 27 Abluftöffnung
- 28 erstes x-Justageelement
- 29 zweites x-Justageelement
- 30 erstes z-Justageelement
- 31 zweites z-Justageelement
- 32 Objektivverstelleinrichtung
- 33 erste Verschiebeplatte
- 34 zweite Verschiebeplatte
- 35 erstes Führungselement
- 36 zweites Führungselement
- 37 Führungsbolzen zu 33
- 38 Langloch in 33
- 39 Führungsbolzen zu 34
- 40 Langloch in 34
- 41 Ausnehmung
- 42 Verschiebeöffnung in 33
- 43 Verschiebeöffnung in 34 oder 11

44 Verschiebeöffnung in 34
 45 Durchgriffsöffnung
 46 Rändelmutter
 47 Druckfeder
 48 Sollage
 49 Istlage
 50 Istlage
 51 erster Flansch zu 29
 52 zweiter Flansch zu 29
 53 Schraube zu 29
 D Abstand 17 von 20
 h Höhe von 20
 dx1 Abstand zu 28
 dx2 Abstand zu 29
 dz1 Abstand zu 30
 dz2 Abstand zu 31
 ax Abstand in x-Richtung
 ay Abstand in y-Richtung
 az Abstand in z-Richtung

Patentansprüche

1. Rückprojektionsapparat zum Projizieren eines Bildes auf einen Projektionsschirm (3), umfassend ein Abbildungsmodul (11) mit einem Bildgeber (17) zum Darstellen des Bildes in einem verkleinerten Maßstab und eine ein Projektionsobjektiv (12) umfassende Projektionseinrichtung zum vergrößerten Abbilden des von dem Bildgeber (17) dargestellten Bildes auf den Projektionsschirm (3), wobei das Abbildungsmodul (11) zum Einstellen der Lage des projizierten Bildes auf dem Projektionsschirm (3) in einer mit Justageelementen einstellbaren Position in oder an dem Rückprojektionsapparat befestigt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Justageelemente folgende Elemente umfassen:
 - ein Schwenklager (20), das eine feste Position in Bezug auf den Rückprojektionsapparat hat und in dem das Abbildungsmodul (11) zur Justage in einem zumindest für die Justage ausreichenden Umfang in einer x-Richtung und einer quer dazu stehenden y-Richtung relativ zu dem Rückprojektionsapparat schwenkbar gelagert ist,
 - zwei in der x-Richtung wirkende x-Justageelemente (28, 29) zum Justieren des Abbildungsmoduls (11) in Bezug auf den Rückprojektionsapparat in der x-Richtung und
 - zwei in einer quer zu der x- und der y-Richtung stehenden z-Richtung wirkende z-Justageelemente (30, 31) zum Justieren des Abbildungsmoduls (11) in Bezug auf den Rückprojektionsapparat in der z-Richtung.
2. Rückprojektionsapparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schwenklager (20) auf oder sehr nahe zu der optischen Achse (19) des Projektionsobjektivs (12) bzw. deren durch den Bildgeber (17) verlaufenden Verlängerung angeordnet ist.
3. Rückprojektionsapparat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Achse (19) des Projektionsobjektivs (12) bzw. deren durch den Bildgeber (17) verlaufende Verlängerung die z-Achse oder eine in einem Abstand parallel zu der z-Achse verlaufende Achse ist.
4. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schwenklager (20) in einem geringen Abstand (D) zu dem Bildgeber (17), vorzugsweise in einem Abstand der kleiner als die doppelte Brennweite des Projekti-

- onsobjektivs (12), besonders bevorzugt kleiner als die Brennweite des Projektionsobjektivs (12), angeordnet ist.
5. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die x-Justageelemente (28, 29) im wesentlichen entlang der y-Richtung in einem Abstand zueinander angeordnet sind.
 6. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die x-Justageelemente (28, 29) in entgegengesetzter y-Richtung angeordnet sind.
 7. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die z-Justageelemente (30, 31) im wesentlichen entlang der y-Richtung in einem Abstand zueinander angeordnet sind.
 8. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die z-Justageelemente (30, 31) in entgegengesetzter y-Richtung angeordnet sind.
 9. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste x-Justageelement (28) in einem geringen Abstand zu dem ersten z-Justageelement (30) und das zweite x-Justageelement (29) in einem geringen Abstand zu dem zweiten z-Justageelement (30) angeordnet ist.
 10. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die x-Justageelemente (28, 29) einen Abstand in x-Richtung zu dem Schwenklager (20) aufweisen.
 11. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die x-Justageelemente (28, 29) einen Abstand in y-Richtung zu dem Schwenklager (20) aufweisen.
 12. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die x-Justageelemente (28, 29) einen Abstand in z-Richtung zu dem Schwenklager (20) aufweisen.
 13. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die z-Justageelemente (30, 31) einen Abstand in x-Richtung zu dem Schwenklager (20) aufweisen.
 14. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die z-Justageelemente (30, 31) einen Abstand in y-Richtung zu dem Schwenklager (20) aufweisen.
 15. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die z-Justageelemente (30, 31) einen Abstand in z-Richtung zu dem Schwenklager (20) aufweisen.
 16. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die x-Richtung im wesentlichen senkrecht zu dem projizierten Bild ist.
 17. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die y-Richtung im wesentlichen parallel zu einem Rand eines projizierten Bildes mit rechteckigem Format, vorzugsweise dem längeren Rand ist.
 18. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die z-Richtung im wesentlichen parallel zu einem Rand eines projizierten Bildes mit rechteckigem Format, vorzugsweise dem kürzeren Rand ist.
 19. Rückprojektionsapparat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Projektionsobjektiv (12) mittels einer Objektivverstell-

einrichtung (32) in zwei quer zu seiner optischen Achse (19) stehenden Verschieberichtungen einstellbar verschiebbar ist.

20. Rückprojektionsapparat nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Projektionsobjektiv (12) in der x- und der y-Richtung einstellbar verschiebbar ist.

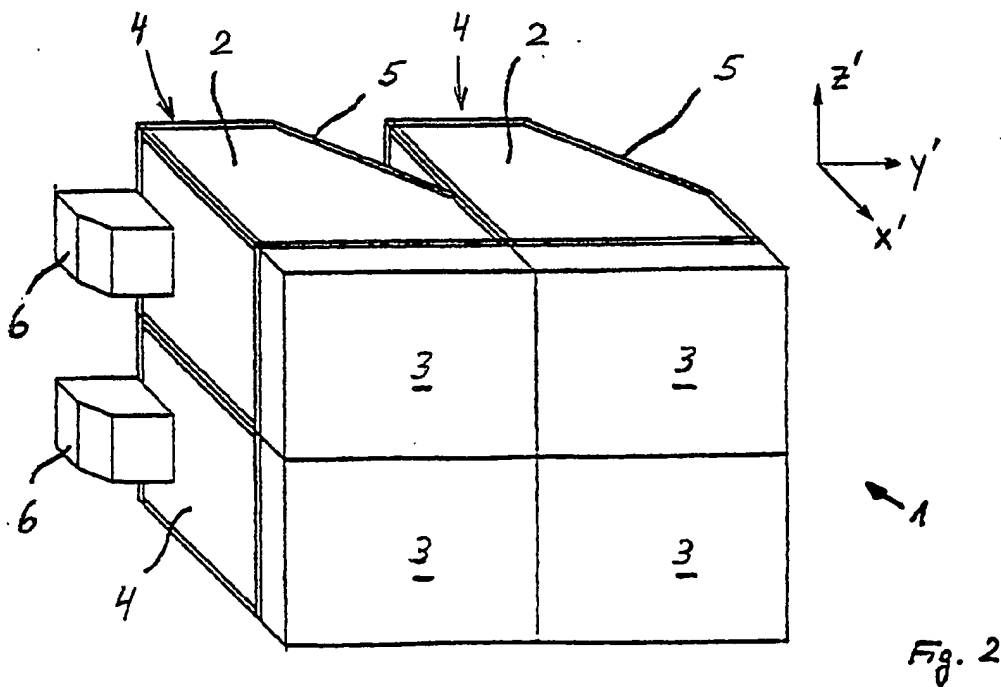
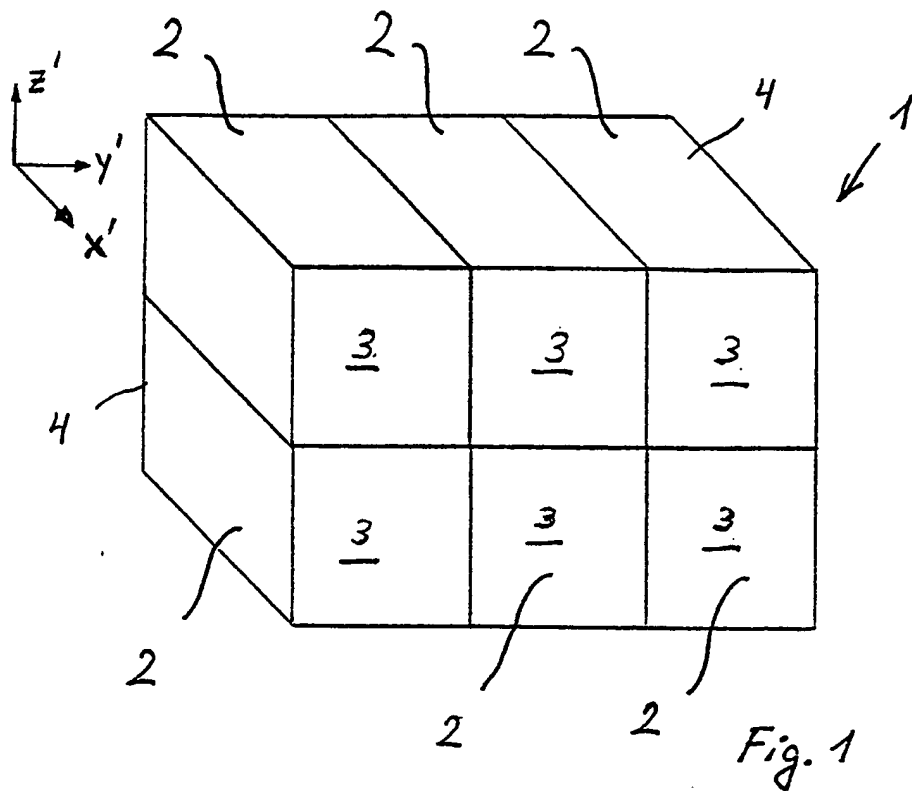
21. Rückprojektionsapparat nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Objektivverstelleinrichtung (32) zwei aufeinanderliegende Verschiebeplatten (33, 34) umfaßt, die in die zwei quer zueinander stehenden Verschieberichtungen verschiebbar sind, wobei die erste Verschiebeplatte (33) relativ zu der zweiten (34) mittels zwischen den beiden Verschiebeplatten (33, 34) wirkenden Führungselementen (35) in der einen Verschieberichtung geführt ist, die zweite Verschiebeplatte (34) relativ zu dem Abbildungsmodul (11) mittels zwischen der zweiten Verschiebeplatte (34) und dem Abbildungsmodul (11) wirkenden Führungselementen (36) in der anderen Verschieberichtung geführt ist, das Projektionsobjektiv (12) an der ersten Verschiebeplatte (33) befestigt ist und die Objektivverstelleinrichtung (32) erste, zwischen der ersten Verschiebeplatte (33) und der zweiten Verschiebeplatte (34) wirkende, und zweite, zwischen der zweiten Verschiebeplatte (34) und dem Abbildungsmodul (11) wirkende Verschiebefixierungselemente aufweist.

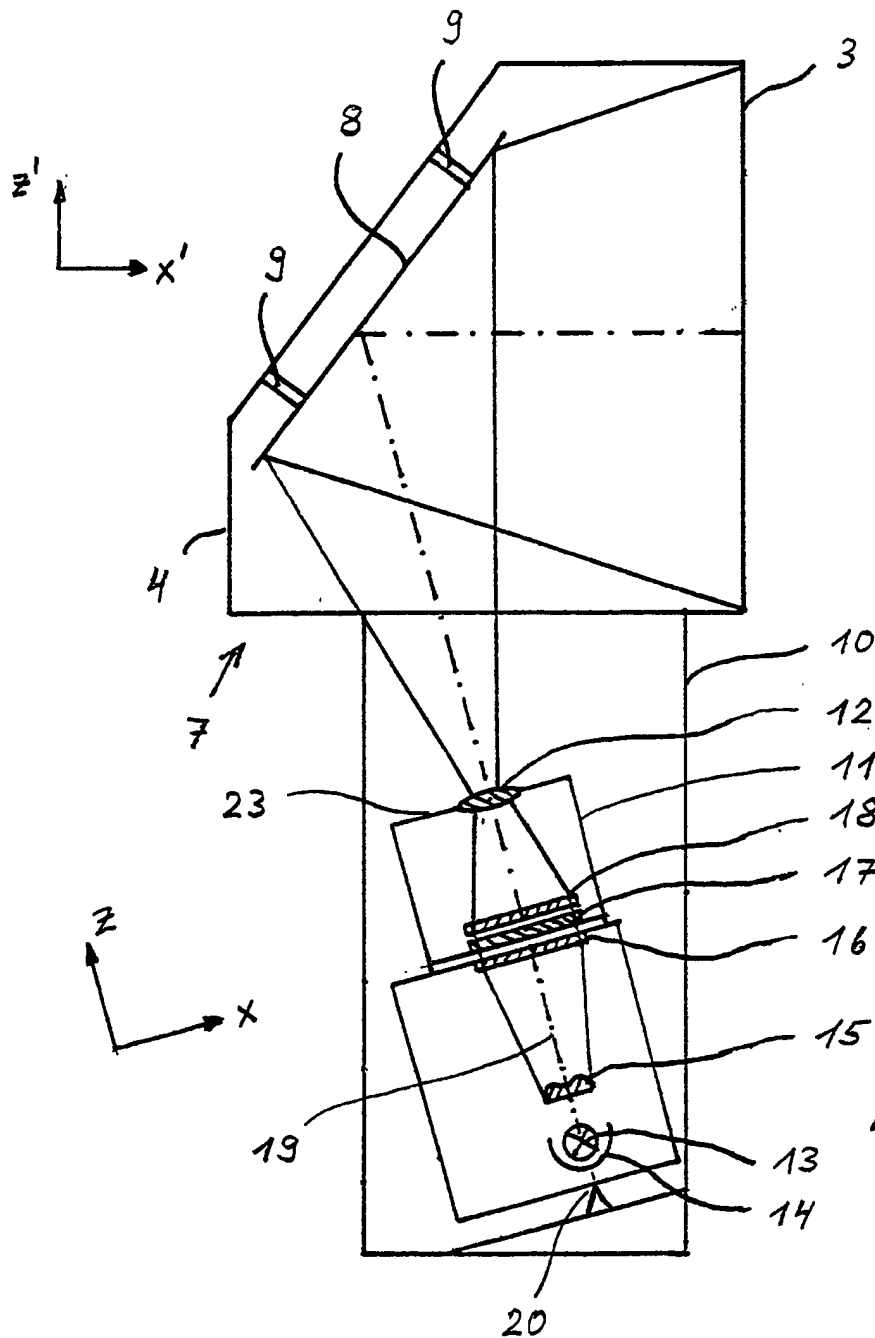
22. Rückprojektionsmodul (2) mit einem Rückprojektionsapparat zum Darstellen eines Bildes auf einem Projektionsschirm (3) des Rückprojektionsmoduls, dadurch gekennzeichnet, daß der Rückprojektionsapparat nach einem der Ansprüche 1 bis 21 ausgebildet ist.

23. Verfahren zum Justieren eines Abbildungsmoduls (11) eines Rückprojektionsapparates zum Projizieren eines Bildes auf einen Projektionsschirm (3), welches Abbildungsmodul (11) einen Bildgeber (17) zum Darstellen des Bildes in einem verkleinerten Maßstab und eine ein Projektionsobjektiv (12) umfassende Projektionseinrichtung zum vergrößerten Abbilden des von dem Bildgeber (17) dargestellten Bildes auf den Projektionsschirm (3) umfaßt, wobei das Abbildungsmodul (11) zum Einstellen der Lage des projizierten Bildes auf dem Projektionsschirm (3) in einer mit Justageelementen einstellbaren Position in oder an dem Rückprojektionsapparat befestigt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Justage mittels Justageelementen durchgeführt wird, die folgende Elemente umfassen:

- ein Schwenklager (20), das eine feste Position in Bezug auf den Rückprojektionsapparat hat und in dem das Abbildungsmodul (11) zur Justage in einem zumindest für die Justage ausreichenden Umfang in einer x-Richtung und einer quer dazu stehenden y-Richtung relativ zu dem Rückprojektionsapparat schwenkbar gelagert ist,
- zwei in der x-Richtung wirkende x-Justageelemente (28, 29) zum Justieren des Abbildungsmoduls (11) in Bezug auf den Rückprojektionsapparat in der x-Richtung und
- zwei in einer quer zu der x- und der y-Richtung stehenden z-Richtung wirkende z-Justageelemente (30, 31) zum Justieren des Abbildungsmoduls (11) in Bezug auf den Rückprojektionsapparat in der z-Richtung.

- Leerseite -





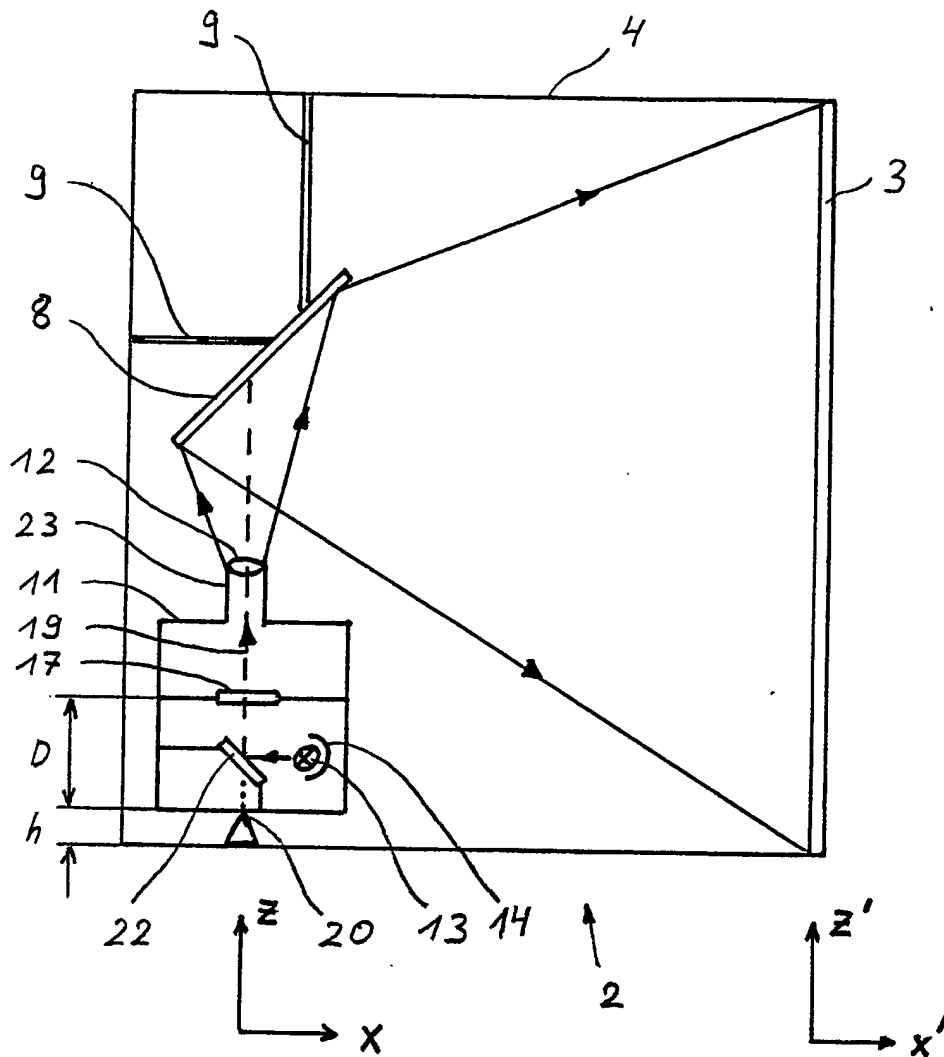
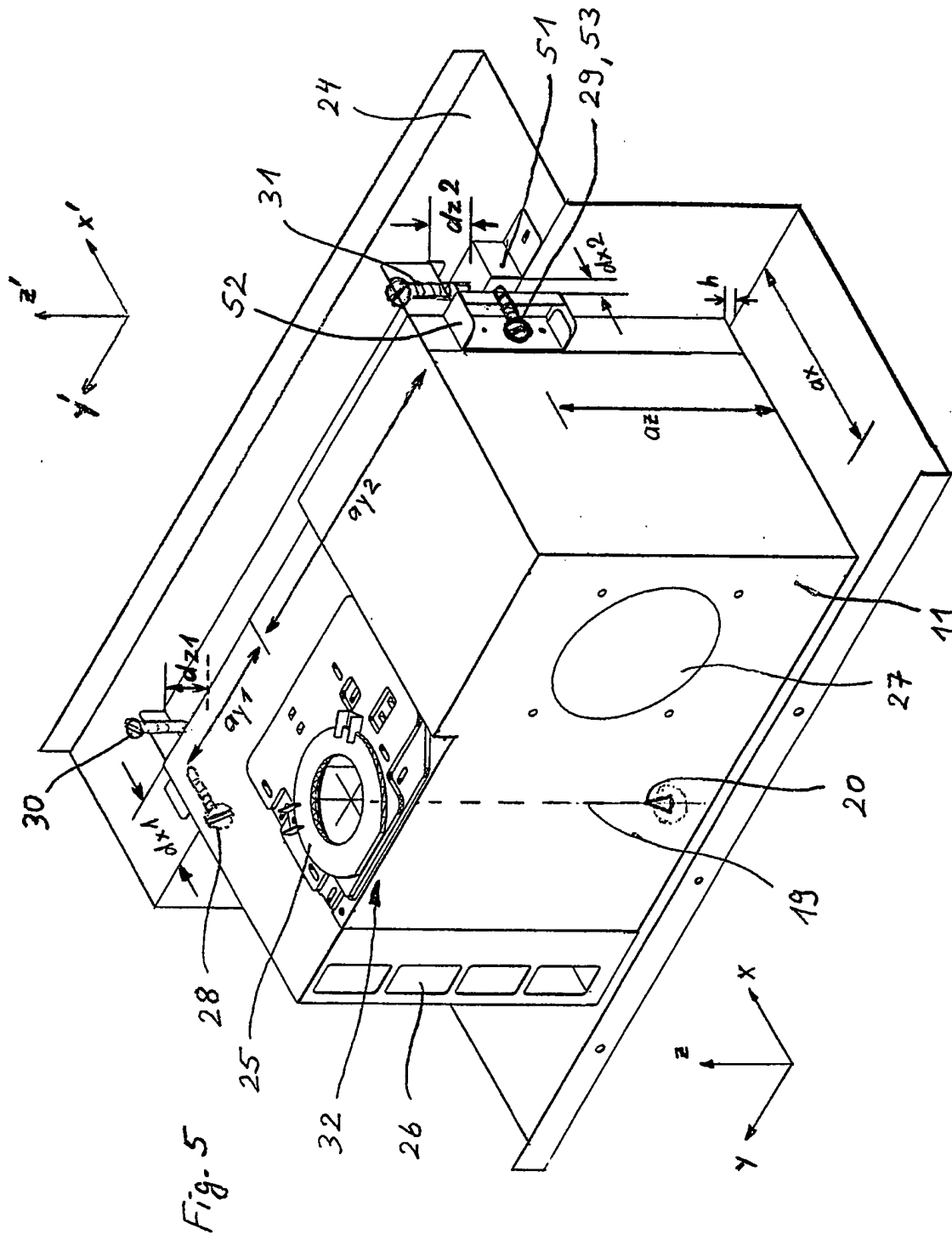


Fig. 4



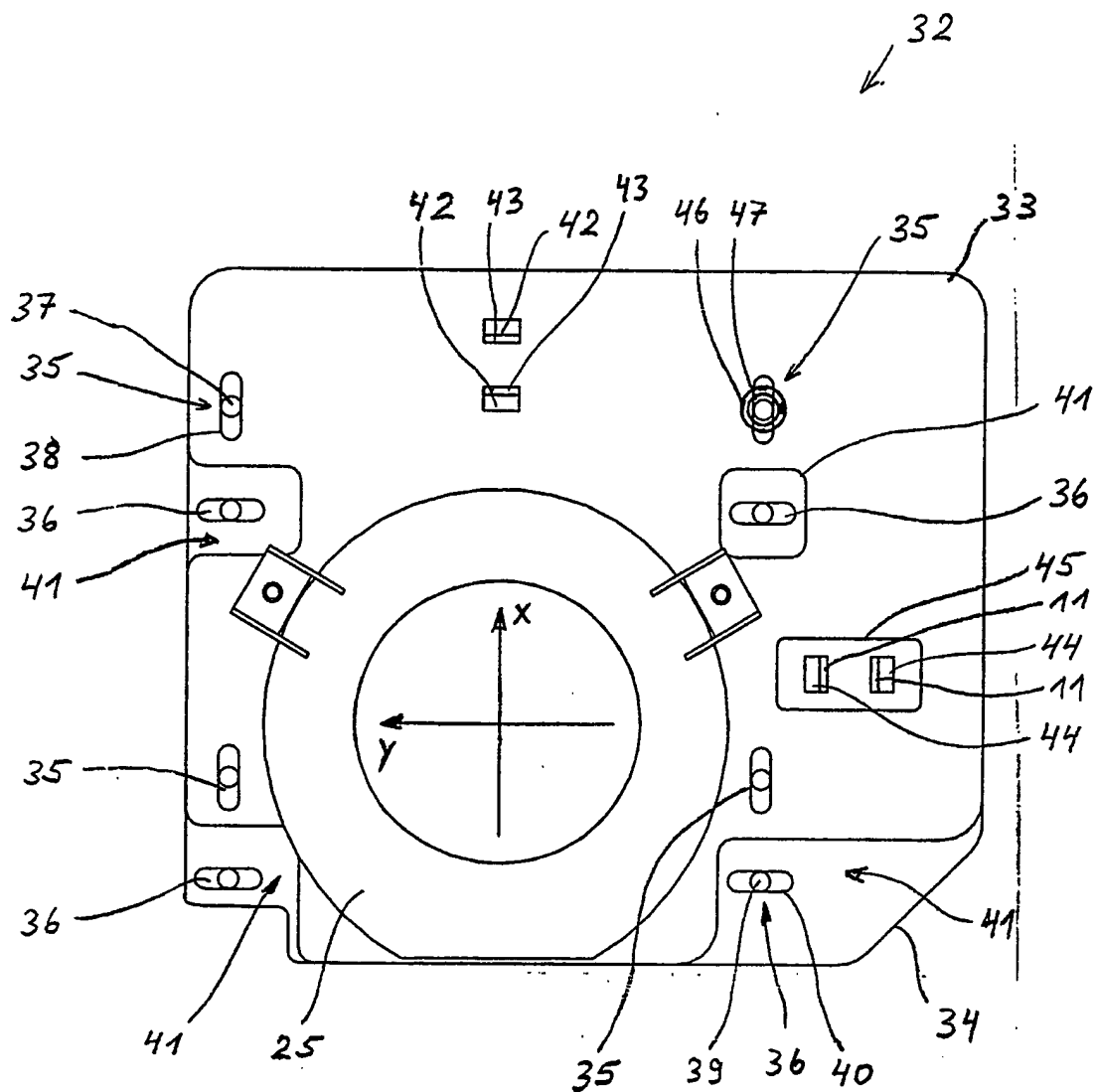
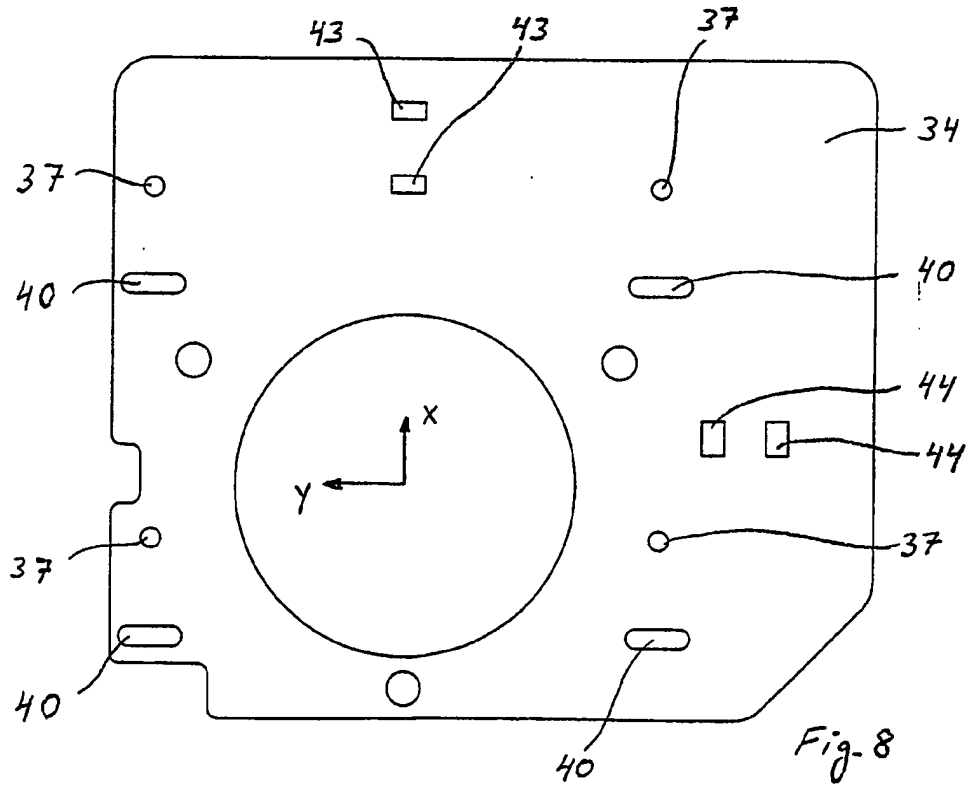
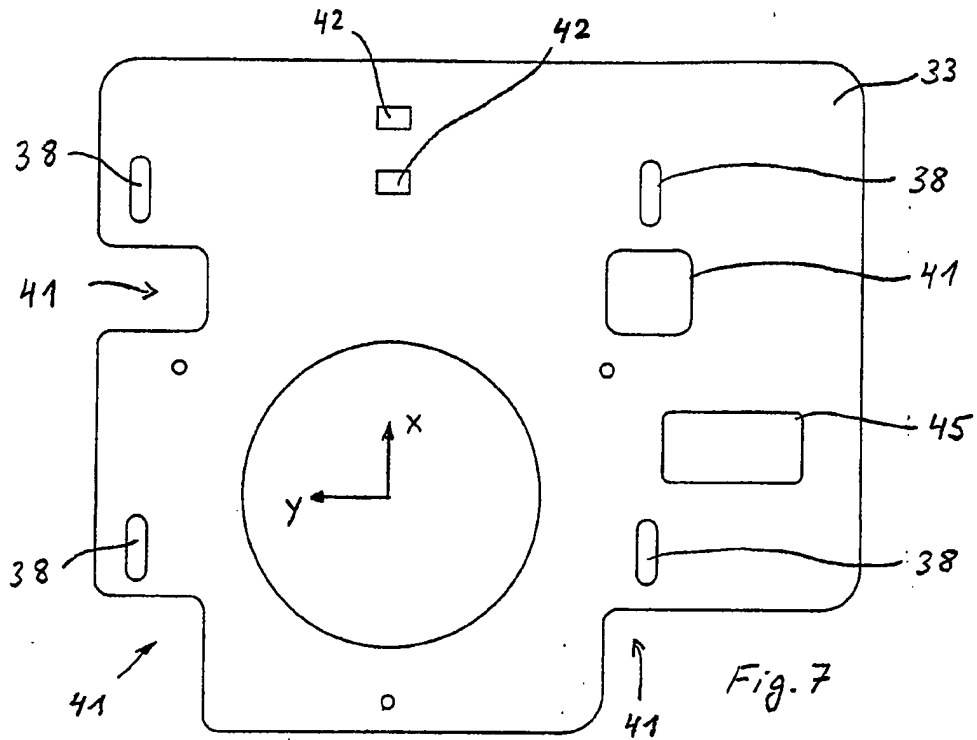


Fig. 6



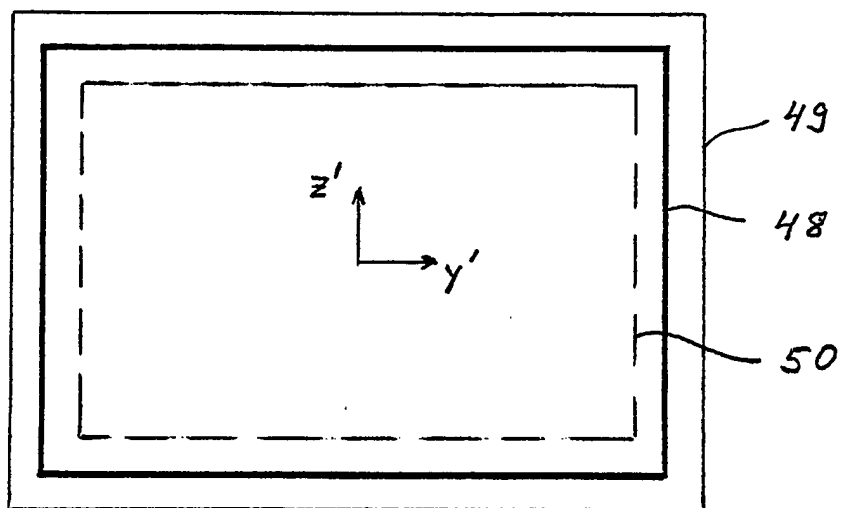


Fig. 9

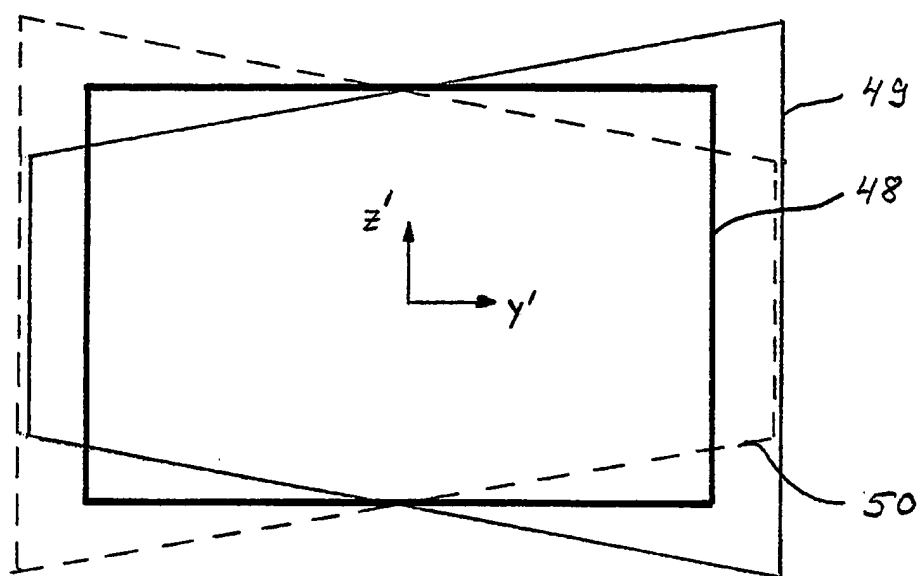
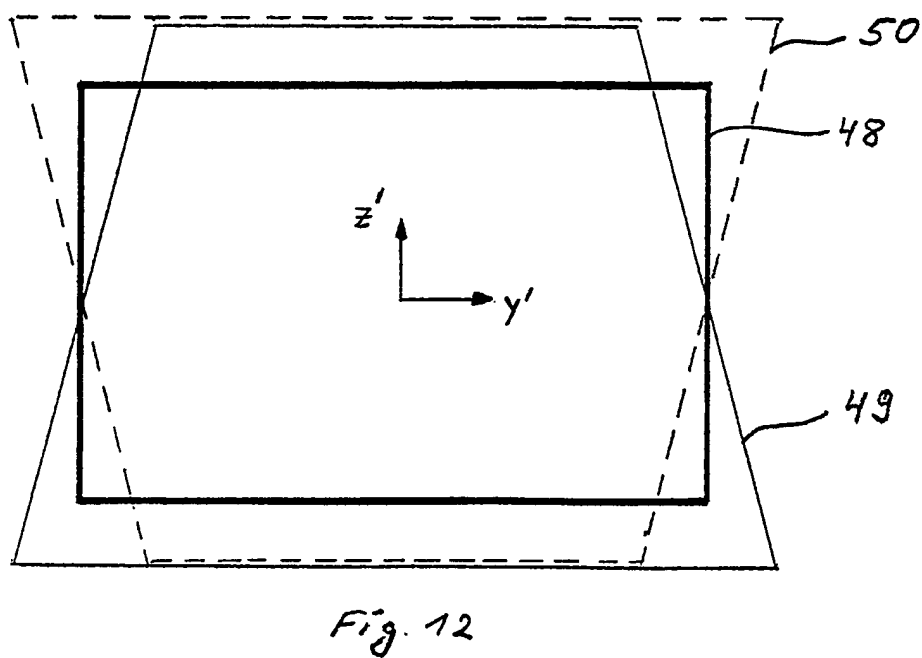
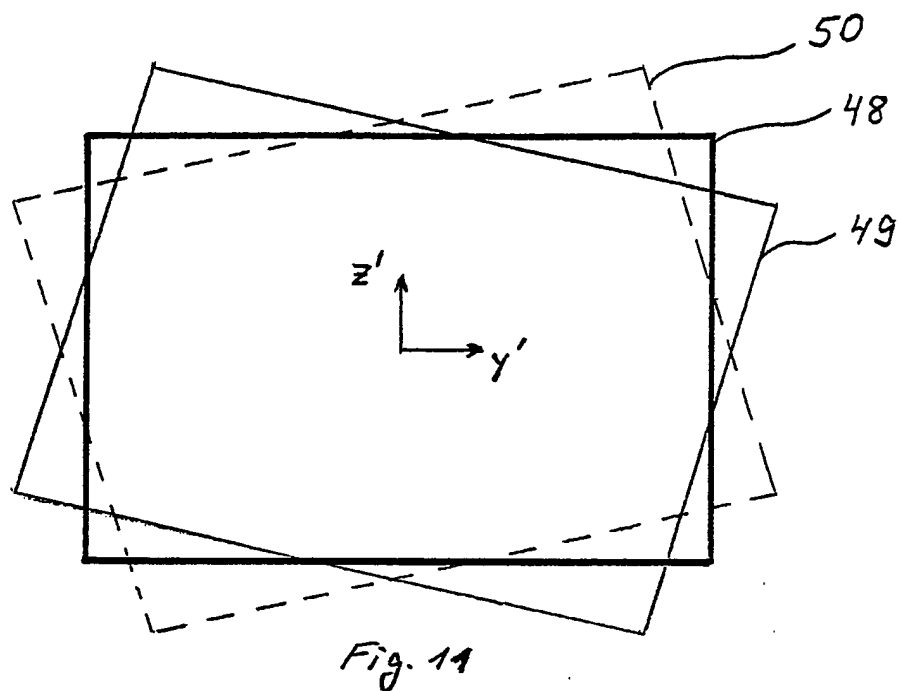


Fig. 10



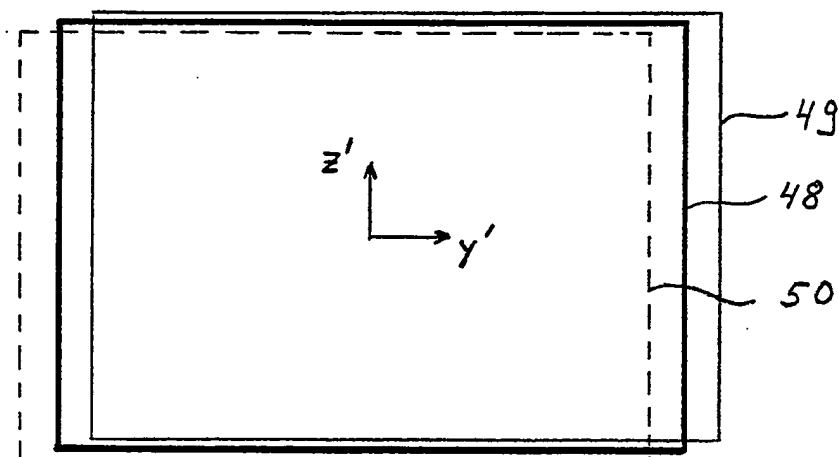


Fig. 13

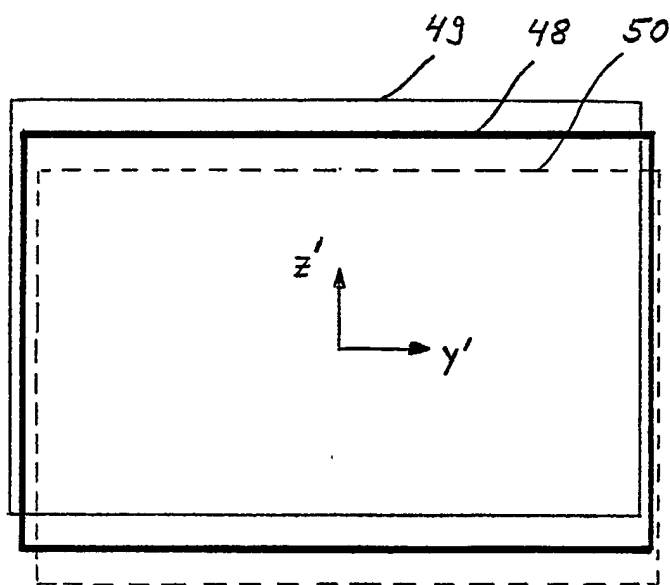


Fig. 14